



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년12월04일
(11) 등록번호 10-2052257
(24) 등록일자 2019년11월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 7/52 (2006.01) B06B 1/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 7/52 (2013.01)
B06B 1/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0001013
(22) 출원일자 2018년01월04일
심사청구일자 2018년01월04일
(65) 공개번호 10-2019-0083407
(43) 공개일자 2019년07월12일
(56) 선행기술조사문헌
JP2000147095 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
재단법인 다차원 스마트 아이티 융합시스템 연구
단
대전광역시 유성구 대학로 291 , 한국과학기술원
김병호 아이티 융합빌딩 312호(구성동)
(72) 발명자
조경일
서울특별시 송파구 양재대로 1218, 229동 502호(
방이동, 올림픽선수기자촌아파트)
(74) 대리인
김정훈

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 안문환

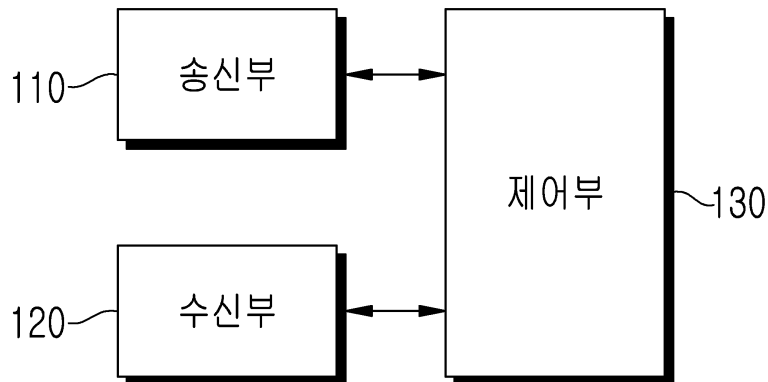
(54) 발명의 명칭 송수신 가능한 초음파 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 비접촉 스위치용 반도체 초음파 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 송수신에 대한 전용화 셀을 분리하여 송신 잔류진동의 영향을 최소화할 수 있으며, 광대역 전압신호 특성 및 광대역 트랜스듀서 특성에 따른 MEMS 초음파의 공정오차에 기인하여 중심주파수 변동에 대응하여 송신 및 수신을 가능하게 하여 물체의 거리 감지를 수행할 수 있다.

대표도 - 도1

100



(56) 선행기술조사문헌

KR1020130034876 A*

KR1020150076870 A*

KR1019900701221 A*

US20070059858 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

단일 채널의 송신 셀을 이용하여 다중주파수 스펙트럼의 송신전압과 중심주파수 변동 스펙트럼을 컨볼루션하여 획득되는 협소대역의 송신압력 스펙트럼을 가지는 송신신호를 송신하는 송신부;

상기 송신 셀과 분리된 단일 채널의 수신 셀을 이용하여 에코압력의 중심주파수 변동 스펙트럼과 병렬 배열된 이종 공진주파수 스펙트럼을 컨볼루션하여 협소대역의 수신신호 스펙트럼을 가지는 수신신호를 감지하는 수신부; 및

상기 수신신호를 통해 물체 감지 및 거리에 대응하는 비접촉 인터페이스 기능을 제어하는 제어부를 포함하는 송수신 가능한 초음파 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 송신부는

상기 다중주파수 스펙트럼의 송신전압 대신에, 단일주파수 스펙트럼의 송신전압을 인가하여 병렬 배열된 다중주파수의 상기 송신 셀을 구동하여 상기 송신신호를 송신하는 송수신 가능한 초음파 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 송신부는

상기 다중주파수 스펙트럼의 송신전압과 이종 공진주파수의 송신 셀 어레이를 병렬로 구동시켜 상기 송신신호를 송신하는 것을 특징으로 하는 송수신 가능한 초음파 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 수신부는

병렬 배열된 이종 공진주파수의 병렬 수신 셀을 이용하여 에코신호에 의한 협소대역의 중심주파수 스펙트럼에 광대역의 이종주파수 스펙트럼을 컨볼루션하여, 수신압력의 중심주파수 변동으로 인한 상기 수신신호를 감지하는 송수신 가능한 초음파 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 이종 공진주파수의 병렬 수신 셀은

서로 다른 지름 크기로 형성되며, 직경에 따라 저주파 공진 또는 고주파 공진을 나타내는 것을 특징으로 하는 송수신 가능한 초음파 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제어부는

상기 송신부에 의한 다중주파수의 송신전압에 대한 대역폭과, 상기 수신부에 의한 병렬 수신 셀의 대역폭을 열라인(aline)하는 송수신 가능한 초음파 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제어부는

작동 주파수를 200kHz 이하로 구동시키는 송수신 가능한 초음파 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 송신부 및 상기 수신부의 경계면에 캐비티(cavity)를 더 포함하여 상기 송신부 및 상기 수신부를 디커플링(decoupling)하는 송수신 가능한 초음파 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 송신 셀 및 상기 수신 셀은

실리콘 박막;

상기 실리콘 박막 상의 하부전극;

상기 하부전극 상의 압전물질; 및

상기 압전물질 상의 상부전극

으로 구성되는 송수신 가능한 초음파 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 송신부, 상기 수신부 및 상기 제어부 중 적어도 어느 하나 이상의 전면을 코팅하여 방수하는 방수막을 더 포함하는 송수신 가능한 초음파 시스템.

청구항 12

송수신 가능한 초음파 시스템의 동작 방법에 있어서,

단일 채널의 송신 셀을 이용하여 다중주파수 스펙트럼의 송신전압과 중심주파수 변동 스펙트럼을 컨볼루션하여 획득되는 협소대역의 송신압력 스펙트럼을 가지는 송신신호를 송신하는 단계;

상기 송신 셀과 분리된 단일 채널의 수신 셀을 이용하여 에코압력의 중심주파수 변동 스펙트럼과 병렬 배열된 이중 공진주파수 스펙트럼을 컨볼루션하여 협소대역의 수신신호 스펙트럼을 가지는 수신신호를 감지하는 단계; 및

상기 수신신호를 통해 물체 감지 및 거리에 대응하는 비접촉 인터페이스 기능을 제어하는 단계를 포함하는 송수신 가능한 초음파 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 송수신 가능한 초음파 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 비접촉 스위치용 반도체

[0001]

초음파 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근에는 위생 및 보안과, 물 절약 이슈 등에 의해 비접촉 사용자 인터페이스에 대한 관심이 증가하고 있다. 예를 들면, 상용화된 기존 기술은 화장실 자동 수도꼭지 또는 보안용 전자도어에 초저전력의 PIR(Passive Infrared, 수동형 적외선) 센서를 이용하나, 기존 기술에서 PIR 센서는 빛 환경에 취약하다는 근본적인 문제점이 존재하며, 인체의 자연적 적외선을 감지하여 저전력을 실현하는 것으로, 주변 환경에서의 빛 수준과 컬러/목적물 표면 텍스처 및 사용자의 그림자에 따른 영향을 받아 작동 수행에 오류를 발생시킬 수 있다는 단점이 존재하며, 인체 유/무만 감지하므로, 측정되는 정보 부족에 대한 한계가 존재하였다.
- [0003] 나아가, 기존의 반도체 초음파 기술은 송신 셀 및 수신 셀을 공동으로 사용하므로, 공동 셀의 동작 수행으로 인해 송수신에 영향을 미친다는 한계가 존재하였다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0004] (특허문헌 0001) 미국등록특허 US7,477,572(2009.01.13), "Microfabricated capacitive ultrasonic transducer for high frequency applications"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명의 목적은 송수신에 대한 겸용화 셀을 전용화 셀로 분리하여 송신 잔류진동의 영향을 최소화하는 기술을 제공하고자 한다.
- [0006] 또한, 본 발명의 목적은 광대역 전압신호 특성 및 광대역 트랜스듀서 특성에 따른 MEMS 초음파의 공정오차에 기인하여 중심주파수 변동에 대응하여 송신 및 수신을 가능하게 하여 물체의 거리감지를 수행하는 기술을 제공하고자 한다.
- [0007] 또한, 본 발명의 목적은 저전력의 MEMS 초음파로 대기모드 및 거리감지 후, 감지 동작에 대응하는 다양한 인터페이스 기능을 제어할 수 있는 기술을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템은 다중주파수 스펙트럼의 송신전압에 중심주파수 변동 스펙트럼으로 인한 송신압력의 송신신호를 송신하는 송신부, 예코압력의 중심주파수 변동 스펙트럼에 병렬 배열된 이중 공진주파수 스펙트럼으로 인한 수신신호를 감지하는 수신부 및 상기 수신신호를 통해 인터페이스 기능을 제어하는 제어부를 포함한다.
- [0009] 상기 송신부는 단일 채널의 송신 셀을 이용하며, 상기 수신부는 상기 송신 셀과 분리된 단일 채널의 수신 셀을 이용할 수 있다.
- [0010] 상기 송신부는 다중주파수의 송신전압 대신에, 단일주파수의 송신전압을 인가하여 병렬 배열된 다중주파수의 상기 송신 셀을 구동하여 상기 송신압력의 송신신호를 송신할 수 있다.
- [0011] 상기 송신부는 다중주파수의 상기 송신전압으로 이중 공진주파수의 송신 셀 어레이를 병렬로 구동시킬 수 있다.
- [0012] 상기 수신부는 병렬 배열된 이중 공진주파수의 병렬 수신 셀을 이용하여 상기 에코신호에 의한 협소대역의 중심주파수 스펙트럼에 광대역의 이중주파수 스펙트럼을 적용시켜, 수신압력의 중심주파수 변동으로 인한 수신전압의 상기 수신신호를 감지할 수 있다.
- [0013] 상기 이중 공진주파수의 병렬 수신 셀은 서로 다른 지름 크기로 형성되며, 비교적 큰 직경의 박막은 저주파 공진을 나타내고, 비교적 작은 직경의 박막은 고주파 공진을 나타낼 수 있다.
- [0014] 상기 제어부는 상기 송신부에 의한 다중주파수의 송신전압에 대한 대역폭과, 상기 수신부에 의한 병렬 수신 셀

의 대역폭을 얼라인(aline)할 수 있다.

- [0015] 상기 제어부는 작동 주파수를 200kHz 이하로 구동시킬 수 있다.
- [0016] 상기 송신부 및 상기 수신부의 경계면에 캐비티(cavity)를 더 포함하여 상기 송신부 및 상기 수신부를 디커플링(decoupling)할 수 있다.
- [0017] 상기 셀은 실리콘 박막, 상기 실리콘 박막 상의 하부전극, 상기 하부전극 상의 압전물질 및 상기 압전물질 상의 상부전극으로 구성될 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템은 상기 송신부 전면에 코팅되어 상기 송신부, 상기 수신부 및 상기 제어부 중 적어도 어느 하나 이상을 방수하는 방수막을 더 포함할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템의 동작 방법에 있어서, 다중주파수 스펙트럼의 송신전압에 중심주파수 변동 스펙트럼으로 인한 송신압력의 송신신호를 송신하는 단계, 에코압력의 중심주파수 변동 스펙트럼에 병렬 배열된 이중 공진주파수 스펙트럼으로 인한 수신신호를 감지하는 단계 및 상기 수신신호를 통해 인터페이스 기능을 제어하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명의 실시예에 따르면, 송수신에 대한 검용화 셀을 전용화 셀로 분리하여 송신 잔류진동의 영향을 최소화할 수 있다.
- [0021] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 광대역 전압신호 특성 및 광대역 트랜스듀서 특성에 따른 MEMS 초음파의 고정오차에 기인하여 중심주파수 변동에 대응하여 송신 및 수신을 가능하게 하여 물체의 거리 감지를 수행할 수 있다.
- [0022] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 저전력의 MEMS 초음파로 대기모드 및 거리감지 후, 감지 동작에 대응하는 다양한 인터페이스 기능을 제어할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 자동수도꼭지, 전자도어락, 사물 인터넷(Internet of Things, IoT) 기기, PC 마우스, 스마트 냉장고, 모바일 및 엘리베이터 스위치 등에 적용하여 비접촉 제스처 동작에 따른 비접촉 인터페이스 기능을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템의 세부 구성을 블록도로 도시한 것이다.
- 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 실시예에 따른 반도체 초음파 칩의 예를 설명하기 위해 도시한 것이다.
- 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 반도체 초음파 칩의 내부 구조를 설명하기 위해 도시한 것이다.
- 도 4 및 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 송신신호 및 수신신호의 스펙트럼 예를 도시한 것이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 방법의 흐름도를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 또한, 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0026] 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 시청자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템의 세부 구성을 블록도로 도시한 것이다.
- [0029] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템은 비접촉 스위치용 반도체 초음파 시스템으로, 분리된 송신 셀 및 수신 셀을 이용하여 수신신호에 대한 인터페이스 기능을 제어한다.
- [0030] 이를 위해, 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템(100)은 송신부(110), 수신부(120) 및 제어부(130)를 포함한다.

- [0031] 송신부(110)는 다중주파수 스펙트럼의 송신전압에 중심주파수 변동 스펙트럼으로 인한 송신압력의 송신신호를 송신한다.
- [0032] 예를 들면, 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템(100)은 송신 셀 및 수신 셀을 포함하는 반도체 초음파 칩(미도시) 구조를 형성할 수 있으며, 이 때, 송신 셀 및 수신 셀은 서로 분리되고, 각 단일채널을 이용하는 것을 특징으로 한다. 송수신 가능한 초음파 시스템(100)은 송신 셀 및 수신 셀을 분리하여 전용화 셀 및 송신 잔류진동 영향을 최소화할 수 있다.
- [0033] 송신부(110)는 다중주파수의 송신전압 대신에, 단일주파수의 송신전압을 인가하여 병렬 배열된 다중주파수의 송신 셀을 구동하여 송신압력의 송신신호를 송신할 수 있다. 예를 들면, 송신부(110)는 다중주파수로 인한 광대역의 다중주파수의 송신전압 스펙트럼 및 단일 공진주파수의 송신 셀 스펙트럼을 교집합(또는 컨볼루션)하여 획득되는 송신압력 스펙트럼을 단일채널의 송신신호로 송신할 수 있다. 이 때, 송신부(110)는 다중주파수의 송신전압 또는 처프(Chirp) 신호를 인가하여 상기 단일채널의 송신신호를 송신할 수 있다.
- [0034] 송신부(110)는 다중주파수의 상기 송신전압과 이중 공진주파수의 송신 셀 어레이를 병렬로 구동시킬 수 있다. 예를 들면, 반도체 초음파 칩 상의 송신 셀들은 임의의 개수의 어레이 형태로 병렬 배열될 수 있으며, 송신부(110)는 다중주파수의 상기 송신전압과 이중 공진주파수의 송신 셀 어레이를 병렬로 구동시켜 송신신호를 송신할 수 있다.
- [0035] 수신부(120)는 에코압력(또는 수신압력)의 에코신호에 따른 중심주파수 스펙트럼에 병렬 배열된 이중 공진주파수 스펙트럼으로 인한 수신신호를 감지한다.
- [0036] 수신부(120)는 병렬 배열된 이중 공진주파수의 병렬 수신 셀을 이용하여 에코신호에 의한 협소대역의 중심주파수 스펙트럼에 광대역의 이중주파수 스펙트럼을 적용시켜, 수신압력의 중심주파수 변동으로 인한 수신전압의 상기 수신신호를 감지할 수 있다. 예를 들면, 수신부(120)는 에코압력 스펙트럼 및 이중 공진주파수의 수신 셀 스펙트럼을 교집합(또는 컨볼루션)하여 획득되는 수신신호 스펙트럼을 수신할 수 있다.
- [0037] 이 때, 반도체 초음파 칩 상의 이중 공진주파수의 병렬 수신 셀 각각은 서로 다른 지름 크기로 형성될 수 있으며, 서로 다른 지름 크기로 인해 비교적 큰 직경의 박막은 저주파 공진을 나타내고, 비교적 작은 직경의 박막은 고주파 공진을 나타낼 수 있다.
- [0038] 제어부(130)는 수신신호를 통해 인터페이스 기능을 제어한다. 또한, 제어부(130)는 송신부(110) 및 수신부(120) 각각의 신호 대역폭 및 주파수를 제어할 수 있다.
- [0039] 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템(100)의 제어부(130)는 수신신호를 통해 물체의 거리를 감지하고, 감지 및 거리에 대응하는 비접촉 인터페이스 기능을 제어할 수 있다.
- [0040] 실시예에 따라서, 제어부(130)는 에코신호 감지에 따른 사용자의 거리/횡 제스처로부터 모드를 판단할 수 있다. 예를 들면, 제어부(130)는 수신부(120)를 통해 수신되는 수신신호를 이용하여 사용자의 횡모션, 횡반복모션 및 거리모션의 비접촉 제스처 동작을 감지할 수 있다. 제1 실시예에 따라서는 연속적으로 조사되는 송신신호의 빔을 중심으로 사용자의 손이 빔의 좌측에서 우측으로, 또는 우측에서 좌측으로 이동하는 경우, 제어부(130)는 빔의 일시적인 단절 현상에 따라 횡모션을 감지할 수 있다. 제2 실시예에 따라서는 연속적으로 조사되는 송신신호의 빔을 중심으로 사용자의 손이 빔의 좌측에서 우측으로, 그리고 다시 좌측으로 이동하는 경우 또는 우측에서 좌측으로, 그리고 다시 우측으로 이동하는 경우, 제어부(130)는 빔의 일시적인 단절 현상 및 빔의 연속 현상의 반복에 따라 횡반복모션을 감지할 수 있다. 제3 실시예에 따라서는 사용자의 손이 근접하다 멀어지거나, 멀어지다 근접하는 경우 제어부(130)는 거리모션을 감지할 수 있으며, 거리를 산출할 수 있다.
- [0041] 이후, 제어부(130)는 횡모션, 횡반복모션, 거리모션 또는 중횡모션 중 적어도 어느 하나의 모드와 산출되는 거리 값을 이용하여 모드 및 거리 값에 대응하는 다양한 비접촉 인터페이스 기능을 제어할 수 있다.
- [0042] 일 실시 예로, 제어부(130)는 감지된 모드 및 거리 값에 따라 작동 온(On)/오프(Off), 양 조절, 모드 변환, 페이지 넘김, 줌 인(Zoom In)/아웃(Zoom Out), 커서 제어, 스크롤 제어, 탭(Tap), 캐릭터 제어, 버튼 입력, 데이터 전송, 화면 전환 및 데이터 전환 중 적어도 어느 하나 이상의 비접촉 인터페이스 기능을 제어할 수 있다.
- [0043] 또 다른 예로, 제어부(130)는 송신신호 및 수신신호로부터 감지되는 모드 및 거리 값에 따라서, 왼쪽 방향은 더운물, 오른쪽 방향은 차가운물 등의 비접촉 인터페이스 기능을 제어할 수 있으며, 근거리는 많은 물량, 원거리는 적은 물량 등의 비접촉 인터페이스 기능을 제어할 수도 있다. 다만, 상기 비접촉 인터페이스 기능은 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템(100)이 적용되는 기기 및 시스템에 따라 다양하게 변동 가능

하므로, 이에 한정되지 않는다.

- [0044] 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템(100)의 제어부(130)는 송신부(110)에 의한 다중주파수의 송신전압에 대한 대역폭과, 수신부(120)에 의한 병렬 수신 셀 각각의 대역폭을 제어할 수 있으며, 단일 셀의 수신 셀 및 수신 셀에 시간차에 따른 멀티 주파수를 제어할 수 있다. 이 때, 제어부(130)는 작동 주파수를 200kHz 이하로 구동시킬 수 있다.
- [0045] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템(100)은 반도체 초음파 칩 상에 송신 셀을 포함하는 송신부(110) 및 수신 셀을 포함하는 수신부(120)의 경계면에 캐비티(cavity, 미도시)를 포함하여 송신부(110) 및 수신부(120)를 디커플링(decoupling)할 수 있다. 예를 들면, 송신부(110) 및 수신부(120) 사이의 특정 위치에 캐비티를 형성시킬 수 있으며, 이 때, 본 공정을 통하여 형성되는 캐비티의 크기, 면적, 형상 등은 설계 사양, 조건, 실시예 및 MEMS 기술을 고려하여 최적의 특성을 갖도록 설계되어야 할 것이다.
- [0046] 일 예로서, 캐비티의 형상은 원형, 타원형, 사각형, 줄머형, 삼각형 등의 형상을 가질 수 있으며, 이외에도 캐비티는 다양한 형상, 크기, 면적을 가질 수 있음은 자명하다.
- [0047] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템(100) 내 셀은 실리콘 박막, 실리콘 박막 상의 하부전극, 하부전극 상의 압전물질, 압전물질 상의 상부전극으로 구성될 수 있다. 이에 따라서, 반도체 초음파 칩의 압축힘에 대한 하부로의 변형과, 인장힘에 대한 상부로의 변형에 대하여 박막에 공기매질 저항이 적어, 주파수 특성이 협소대역을 나타낼 수 있다.
- [0048] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템(100)은 송신부(110)의 전면에 코팅되어 송신부(110), 수신부(120) 및 제어부(130) 중 적어도 어느 하나 이상을 방수하는 방수막(미도시)를 포함할 수 있다. 예를 들면, 화학증기기작 또는 스퍼트 코팅 기법을 이용하여 송신 셀 및 수신 셀 각각 또는 송신부(110), 수신부(120) 및 제어부(130)를 포함하는 반도체 초음파 칩 전면에 방수막을 형성할 수 있으며, 방수막은 패럴린 - C(Parylene - C), PDMS 재질로 형성될 수 있으나, 재질의 종류 및 형태는 이에 한정되지 않는다.
- [0050] 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 실시예에 따른 반도체 초음파 칩의 예를 설명하기 위해 도시한 것이다.
- [0051] 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템은 송신 셀(211) 및 수신 셀(221)을 포함하는 반도체 초음파 칩(200)을 포함하며, 복수의 송신 셀(211)을 포함하는 송신부(210), 복수의 수신 셀(221)을 포함하는 수신부(220)를 포함할 수 있다. 이 때, 송신 셀(211) 및 수신 셀(221)은 어레이(array) 형태로 병렬 배열될 수 있으며, 각 어레이는 임의의 개수로 설정되며, 개수는 한정되지 않는다.
- [0052] 이 때, 반도체 초음파 칩(200)은 비접촉 스위치용일 수 있다. 반도체 초음파 칩(200)은 제어부(230)에 의해 제어될 수 있다. 실시예에 따라서, 제어부(230)는 송신부(210)로 저전압을 인가하며, 수신부(220)로부터 수신되는 신호에 따른 전류를 TIA(Trans - Impedance Amplifier, 트랜스 임피던스 앰프) 앰프를 통해 전압으로 전환할 수 있다. 또한, 제어부(230)는 디지털 알고리즘을 이용하여 에코신호 감지, 거리/횡 제스처에 의한 신호 모드 판단 및 거리를 산출할 수 있다.
- [0053] 도 2a에 도시된 바와 같이, 송신 셀(211) 및 수신 셀(221)은 서로 분리되며, 각 단일채널을 이용하는 것을 특징으로 한다. 이에 따른 송신부(210)는 다중주파수의 송신전압으로 이종 공진주파수 송신 셀(211) 어레이를 병렬로 구동시켜 송신신호를 송신할 수 있으며, 송신 셀(211)에서의 주파수는 단일 공진주파수(212)의 형태를 나타낸다.
- [0054] 나아가, 복수의 수신 셀(221) 각각은 서로 다른 지름 크기로 형성될 수 있으며, 각 어레이(220₁, 220₂, 220₃, 220₄) 마다 기 설정된 지름 크기로 형성될 수 있다. 이에 따라서, 수신 셀(221)은 서로 다른 지름 크기로 인해 비교적 큰 직경의 박막은 저주파 공진을 나타내고, 비교적 작은 직경의 박막은 고주파 공진을 나타낼 수 있다.
- [0055] 도 2a를 참조하면, 제1 수신 셀 어레이(220₁), 제2 수신 셀 어레이(220₂), 제3 수신 셀 어레이(220₃) 및 제4 수신 셀 어레이(220₄) 각각에 대한 협소대역 이종 공진주파수(222)를 서로 다른 주파수에서 확인할 수 있으며, 복수의 수신 셀 어레이에서 획득되는 협소대역 이종 공진주파수(222)에 대한 이종 공진주파수 병렬 수신 셀은 광대역 트랜스듀서 스펙트럼(223)을 나타내는 것을 확인할 수 있다.
- [0056] 이에 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템은 분리된 송신 셀(211) 및 수신 셀(221)을 이용하여 송신 및 수신에 따른 전용화 셀을 구동시켜 송신 잔류진동 영향을 최소화할 수 있으며, 광대역 전압신호 특성 및 광대역 트랜스듀서 특성에 따른 MEMS 초음파의 공정오차에 기인하여 중심주파수 변동에 대응하여 송

신 및 수신을 가능하게 하여 물체의 거리 감지를 수행할 수 있다.

- [0058] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 반도체 초음파 칩의 내부 구조를 설명하기 위해 도시한 것이다.
- [0059] 보다 상세하게는, 도 3a는 셀의 구조를 설명하기 위해 도시한 것이며, 도 3b는 송신부 및 수신부의 경계면에 위치하는 캐비티를 설명하기 위해 도시한 것이다.
- [0060] 도 3a를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 반도체 초음파 칩 내 셀(송신 셀 또는 수신 셀)은 실리콘 박막(310), 실리콘 박막(310) 상의 하부전극(320), 하부전극(320) 상의 압전물질(330) 및 압전물질(330) 상의 상부전극(340)으로 구성될 수 있다. 이러한 셀의 구조에 의해 반도체 초음파 칩은 압축힘에 대한 하부로의 변형과, 인장힘에 대한 상부로의 변형에 대하여 박막에 공기매질 저항이 적어, 주파수 특성이 협소대역을 나타낼 수 있다.
- [0061] 도 3b를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 반도체 초음파 칩은 내 송신부 및 수신부의 경계면에 캐비티(cavity, 350)를 포함할 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 반도체 초음파 칩은 송신부 및 수신부를 분리하는 캐비티(350)를 포함하여 송신부 및 수신부를 디커플링(decoupling)할 수 있다.
- [0062] 이 때, 캐비티(350)는 도 3b에 도시된 바와 같이, 송신 셀 어레이 및 수신 셀 어레이 사이의 특정 위치에 형성될 수 있으며, 이 때, 본 공정을 통하여 형성되는 캐비티의 크기, 면적, 형상 등은 설계 사양, 조건, 실시예 및 MEMS 기술을 고려하여 최적의 특성을 갖도록 설계될 수 있다.
- [0063] 일 예로서, 캐비티의 형상은 원형, 타원형, 사각형, 줄피형, 삼각형 등의 형상을 가질 수 있으며, 이외에도 캐비티는 다양한 형상, 크기, 면적을 가질 수 있음은 자명하다.
- [0065] 도 4 및 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 송신신호 및 수신신호의 스펙트럼 예를 도시한 것이다.
- [0066] 보다 구체적으로, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 송신신호의 스펙트럼 예를 도시한 것이고, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 수신신호의 스펙트럼 예를 도시한 것이다.
- [0067] 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템은 시간순으로 차례로 생성되는 다중주파수의 펄스 전압(411)으로부터 광대역의 다중주파수 송신전압 스펙트럼(410)과 협소대역의 단일 공진주파수 송신 셀 스펙트럼(420)을 교집합(또는 컨볼루션)하여 협소대역의 송신압력 스펙트럼(430)을 획득할 수 있다. 이에 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템은 시간 반응에 따른 다중주파수의 펄스 전압(411)으로 인한 송신신호(431)를 송신할 수 있다.
- [0068] 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템은 수신되는 에코신호(511)로부터 협소대역의 에코압력 스펙트럼(510)과 광대역의 이중 공진주파수 수신 셀 스펙트럼(520)을 교집합(또는 컨볼루션)하여 협소대역의 수신신호 스펙트럼(530)을 획득할 수 있다. 이에 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템은 시간 반응에 따른 에코신호(511)로부터 시간 반응에 따른 수신신호(531)를 수신할 수 있다.
- [0069] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템은 다중주파수의 펄스전압인 광대역 신호와 중심주파수 변동으로 인한 협소대역 트랜스듀서를 이용하여 송신 셀을 통해 다중주파수의 송신압력을 송신신호로 송신하고, 중심주파수 변동으로 인한 협소대역 에코압력과 이중 공진주파수 병렬 수신 셀의 광대역 트랜스듀서를 이용하여 수신 셀을 통해 수신전압으로 인한 수신신호를 수신할 수 있다.
- [0070] 이로부터, 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템은 송수신에 따른 검용화 셀을 전용화 셀로 분리하여 송신 잔류진동 영향을 최소화하며, 광대역 전압신호 및 트랜스듀서 특징에 따른 MEMS 초음파의 공정오차에 기인하여 중심주파수 변동으로 인해 송신 및 수신을 가능하게 하여 물체의 거리감지를 수행할 수 있다.
- [0072] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 방법의 흐름도를 도시한 것이다.
- [0073] 도 6에 도시된 방법은 도 1의 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 시스템에 의해 수행된다.
- [0074] 도 6을 참조하면, 단계 610에서, 다중주파수 스펙트럼의 송신전압에 중심주파수 변동 스펙트럼으로 인한 송신압력의 송신신호를 송신한다.
- [0075] 단계 610은 다중주파수의 송신전압 대신에, 단일주파수의 송신전압을 인가하여 병렬 배열된 다중주파수의 송신 셀을 구동하여 송신압력의 송신신호를 송신하는 단계일 수 있다. 예를 들면, 단계 610은 다중주파수로 인한 광대역의 다중주파수의 송신전압 스펙트럼 및 단일 공진주파수의 송신 셀 스펙트럼을 교집합(또는 컨볼루션)하여 획득되는 송신압력 스펙트럼을 단일채널의 송신신호로 송신할 수 있다. 이 때, 송신부(110)는 다중주파수의 송

신전압 또는 처프(Chirp) 신호를 인가하여 상기 단일채널의 송신신호를 송신하는 단계일 수 있다.

- [0076] 또한, 단계 610에서, 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 방법은 다중주파수의 상기 송신전압과 이중 공진주파수의 송신 셀 어레이를 병렬로 구동시킬 수 있다. 예를 들면, 반도체 초음파 칩 상의 송신 셀들은 임의의 개수의 어레이 형태로 병렬 배열될 수 있으며, 단계 610은 다중주파수의 상기 송신전압과 이중 공진주파수의 송신 셀 어레이를 병렬로 구동시켜 송신신호를 송신하는 단계일 수 있다.
- [0077] 단계 620에서, 에코압력의 에코신호에 따른 중심주파수 스펙트럼에 병렬 배열된 이중 공진주파수 스펙트럼으로 인한 수신신호를 감지한다.
- [0078] 이 때, 송신 셀 및 수신 셀은 서로 분리되고, 각 단일채널을 이용하는 것을 특징으로 한다. 나아가, 반도체 초음파 칩 상의 이중 공진주파수의 병렬 수신 셀 각각은 서로 다른 지름 크기로 형성될 수 있으며, 서로 다른 지름 크기로 인해 비교적 큰 직경의 박막은 저주파 공진을 나타내고, 비교적 작은 직경의 박막은 고주파 공진을 나타낼 수 있다.
- [0079] 단계 620은 병렬 배열된 이중 공진주파수의 병렬 수신 셀을 이용하여 에코신호에 의한 협소대역의 중심주파수 스펙트럼에 광대역의 이중주파수 스펙트럼을 적용시켜, 수신압력의 중심주파수 변동으로 인한 수신전압의 상기 수신신호를 감지하는 단계일 수 있다. 예를 들면, 단계 620은 에코압력 스펙트럼 및 이중 공진주파수의 수신 셀 스펙트럼을 교집합(또는 컨볼루션)하여 획득되는 수신신호 스펙트럼을 수신하는 단계일 수 있다.
- [0080] 단계 630에서, 수신신호를 통해 인터페이스 기능을 제어한다. 또한, 단계 630은 송신 셀 및 수신 셀 각각의 신호 대역폭 및 주파수를 제어하는 단계일 수 있다.
- [0081] 단계 630은 수신신호를 통해 물체의 거리를 감지하고, 감지 및 거리에 대응하는 비접촉 인터페이스 기능을 제어하는 단계일 수 있다.
- [0082] 본 발명의 실시예에 따른 송수신 가능한 초음파 방법의 단계 630은 송신 셀에 의한 다중주파수의 송신전압에 대한 대역폭과, 병렬 수신 셀 각각의 대역폭을 제어할 수 있으며, 단일 셀의 송신 셀 및 수신 셀에 시간차에 따른 멀티 주파수를 제어하는 단계일 수 있다. 이 때, 작동 주파수를 200kHz 이하로 구동시킬 수 있다.
- [0084] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 어플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0086] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [0088] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media),

CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플로포티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0090] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0092] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

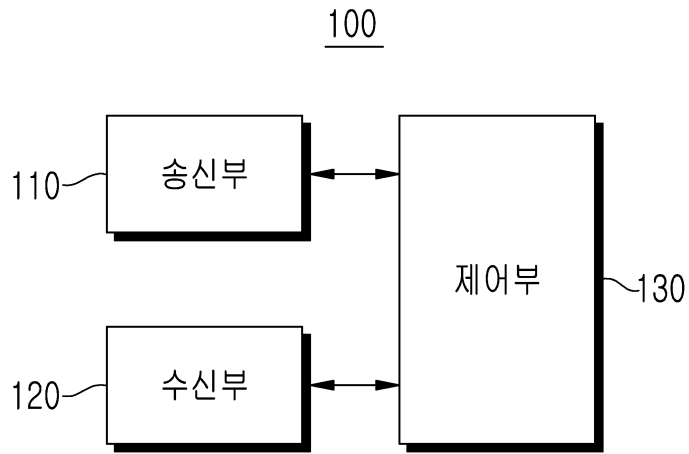
부호의 설명

- [0094] 100: 송수신 가능한 초음파 시스템
- 200: 반도체 초음파 칩
- 210: 송신부
- 211: 송신 셀
- 212: 단일 공진주파수
- 220: 수신부
- 221: 수신 셀
- 222: 이중 공진주파수
- 223: 광대역 트랜스듀서 스펙트럼
- 230: 제어부
- 310: 실리콘 박막
- 320: 하부전극
- 330: 압전물질
- 340: 상부전극
- 350: 캐비티
- 410: 다중주파수 송신전압 스펙트럼
- 420: 단일 공진주파수 송신 셀 스펙트럼
- 430: 송신압력 스펙트럼
- 411: 다중주파수의 펄스 전압
- 431: 송신신호
- 510: 에코압력 스펙트럼
- 520: 이중 공진주파수 수신 셀 스펙트럼
- 530: 수신신호 스펙트럼
- 511: 에코신호

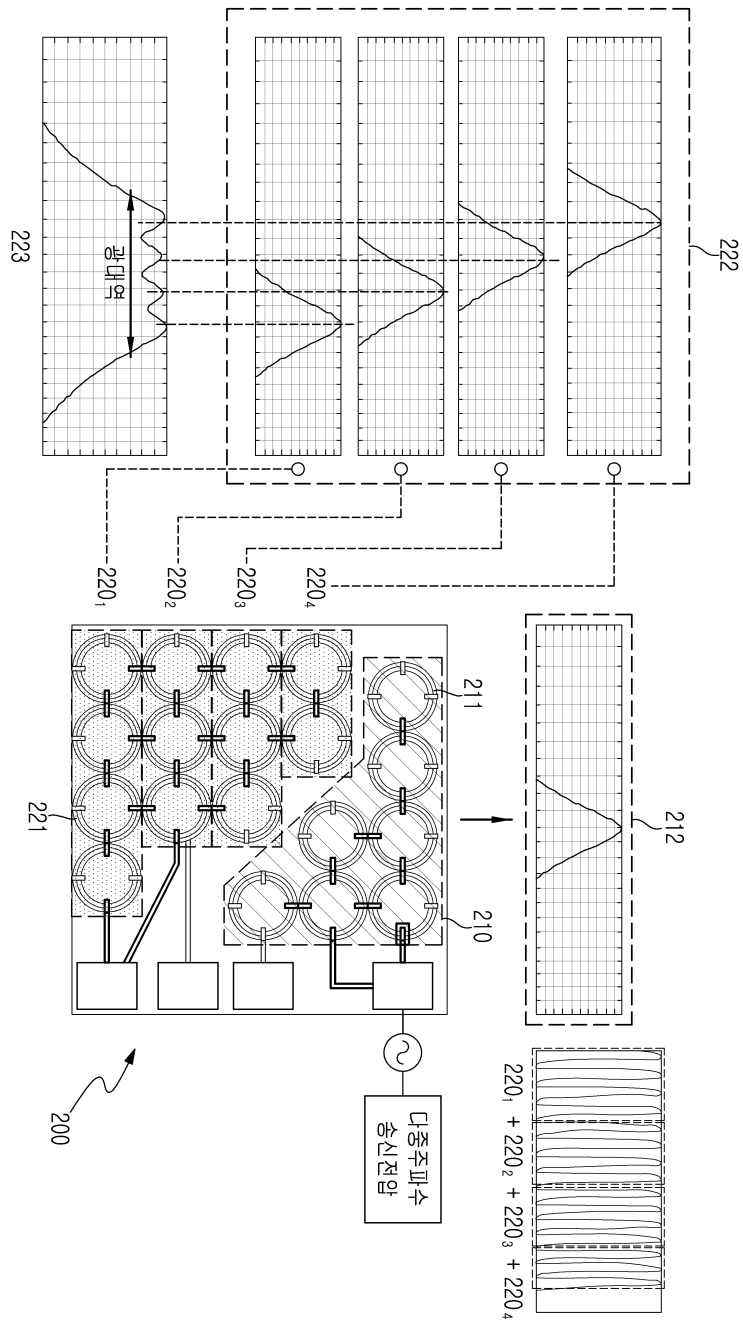
531: 수신신호

도면

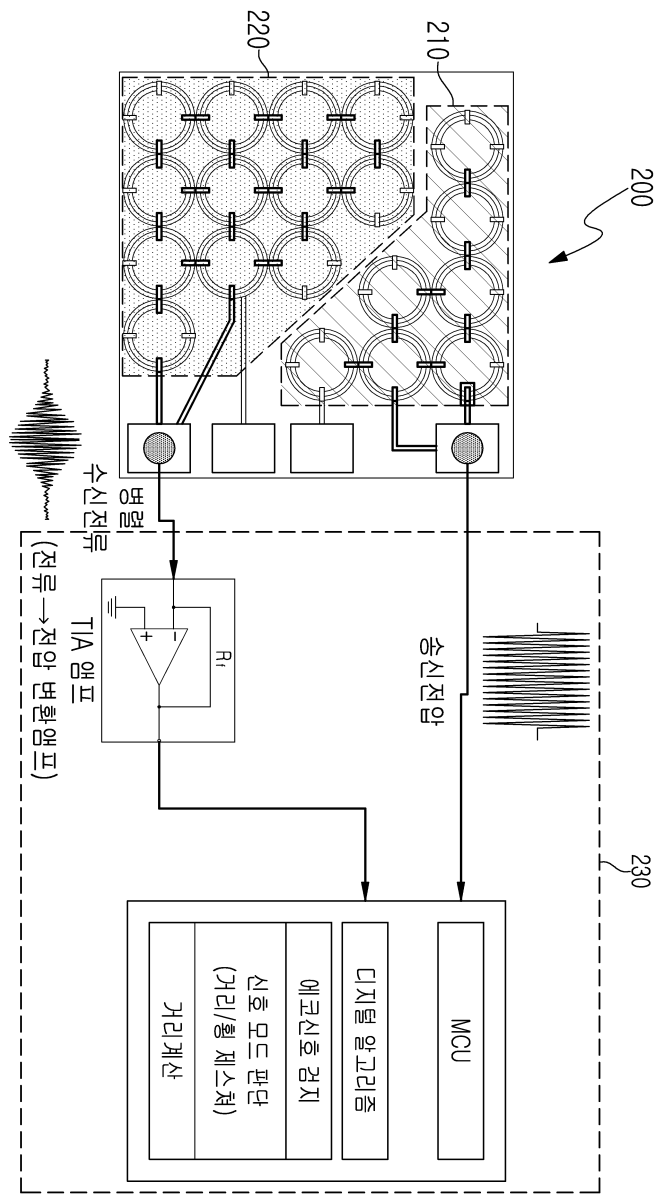
도면1



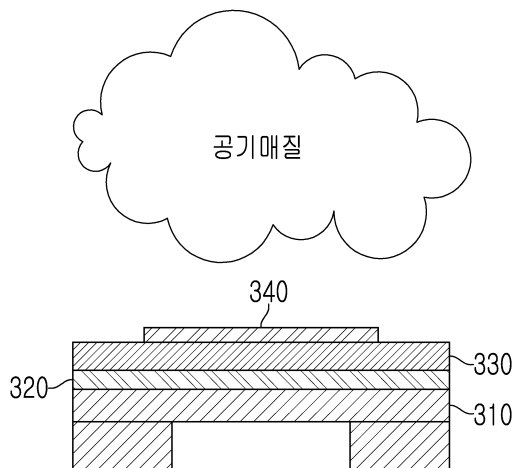
도면2a



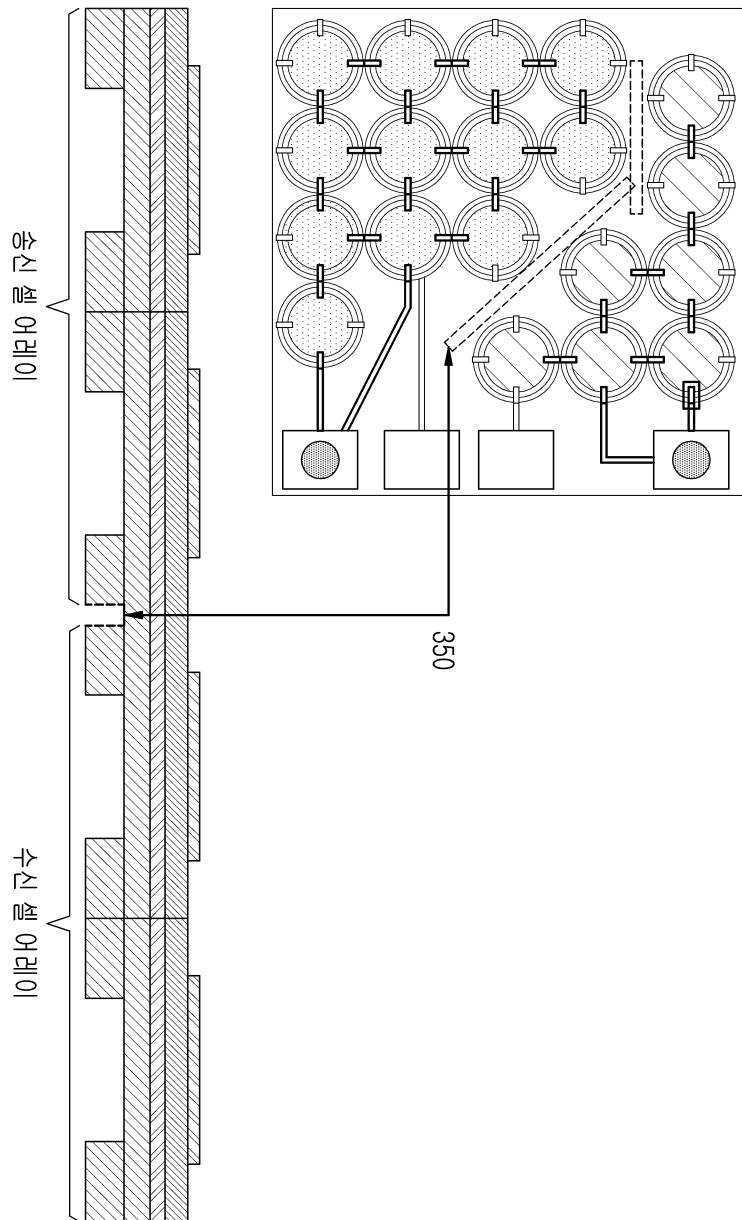
도면2b



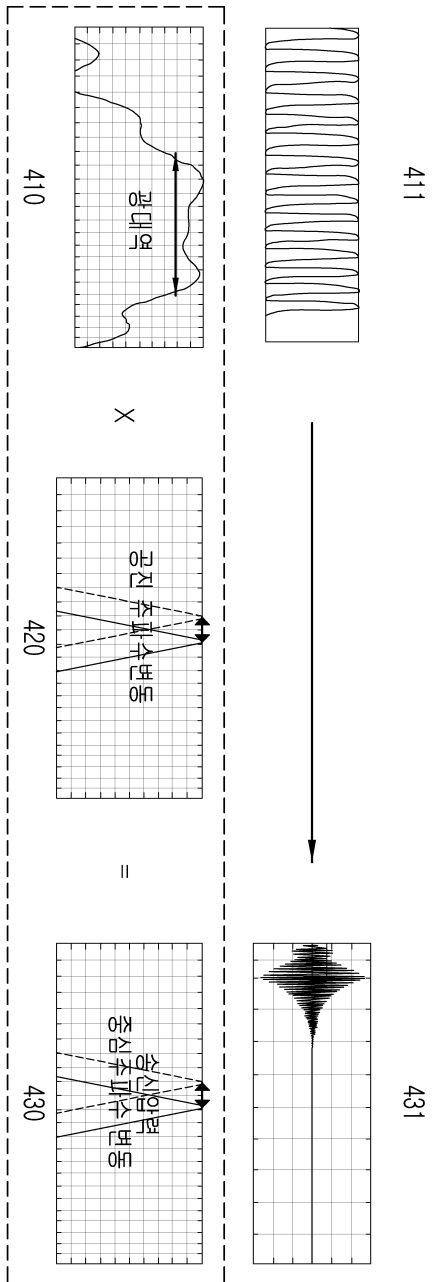
도면3a



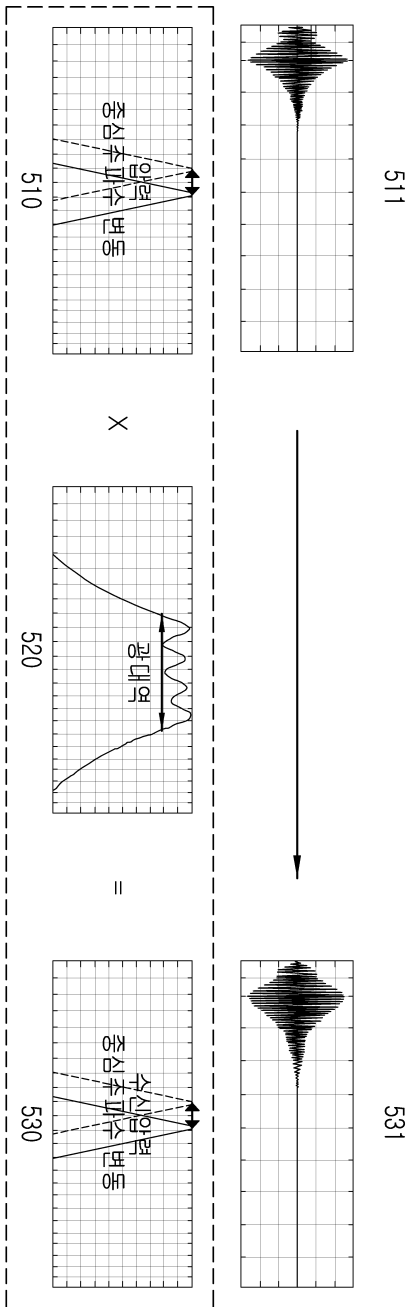
도면3b



도면4



도면5



도면6

